

Lineare Wärmebrücken bei Paneelen

Norbert Sack

Bedingt durch die Verbesserungen im Bereich des Wärmeschutzes genügt es bei der Betrachtung der Transmissionswärmeverluste eines Gebäudes nicht mehr, allein die Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile zu kennen. Vielmehr muß man sich heutzutage verstärkt mit den Nahtstellen, den Anschlußpunkten verschiedener Bauteile, also dem Detail, beschäftigen.

Im Bereich der Fenster und Fassaden wird eine solche Nahtstelle durch den Übergang des Ausfachungselementes Paneel und der zugehörigen Rahmenkonstruktion gebildet. Berechnungen und Messungen im Laufe der letzten Jahre haben bereits gezeigt, daß sich unter bestimmten Umständen der Wärmedurchgang des gesamten Paneels um den Faktor zwei oder mehr von dem des ungestörten Bereiches unterscheiden kann [1]. Diese Erkenntnisse sollen in Zukunft in die Europäischen Regelwerke mit einfließen. TC89/WG7 sowie TC33/WG6 beschäftigen sich auf europäischer Ebene mit dem Wärmeschutz von Fassaden.

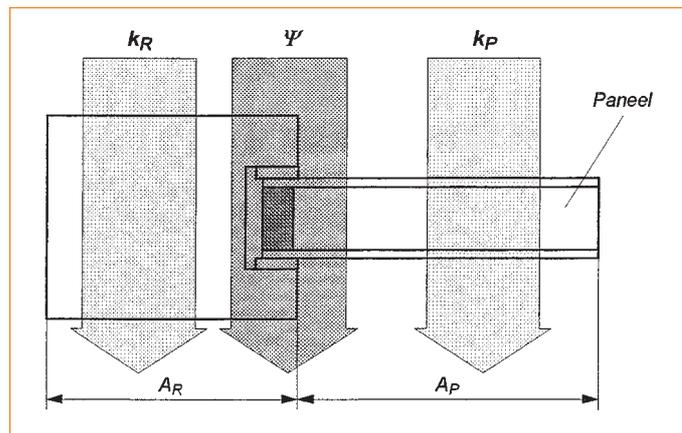


Bild 1: Darstellung des Einflusses des Randbereichs

Dipl.-Phys. Norbert Sack ist Mitarbeiter des i.f.t.-Instituts für Fenstertechnik in Rosenheim.

Im Rahmen der Vorarbeiten zur Normung wurde am i.f.t. Rosenheim eine Untersuchung zum Randeinfluß von Ausfachungselementen durchgeführt. Die Zielsetzung lag in der Erarbeitung eines „einfachen“ Bewertungsverfahrens sowie in der Ermittlung von Kenndaten für praxisnahe Aufbauten. Da die Untersuchungen noch nicht ganz abgeschlossen sind, kann im Rahmen der vorliegenden Veröffentlichung eine Darstellung von Endergebnissen noch nicht erfolgen.

Linearer Wärmedurchgangskoeffizient

Zur Beurteilung der Wärmeverluste über den Randbereich von Paneelen soll ein Verfahren angewandt werden, wie es auch auf europäischer Ebene im Bereich der Verglasung zum Einsatz kommen wird [2]. Neben den beiden bisherigen Wärmedurchgangskoeffizienten k_R und k_P wird eine neue Größe eingeführt, die den Wärmestrom im Randbereich beschreibt. Man hat sich im Bereich der Normung darauf geeinigt, diese Größe als „linearen“ bzw. „längenbezogenen“ Wärmedurchgangskoeffizienten ψ zu bezeichnen. Bild 1 stellt sinnbildlich die der Berechnung zugrunde liegenden Wärmeströme dar.

Der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient ψ beschreibt den zusätzlichen Wärmestrom, der durch die Wechselwirkung von Rahmen und Paneelrand einschließlich des Einflusses des Abstandhalters verursacht wird. Bei Berücksichtigung dieses Wärmestromes ergibt sich für den mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten

ten eines Fassadenelementes folgender Zusammenhang:

$$k_F = \frac{k_R \cdot A_R + k_P \cdot A_P + \psi \cdot l}{A_R + A_P}$$

Es bedeuten:

- k_R Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens in W/m^2K
- k_P Wärmedurchgangskoeffizient des Paneels in W/m^2K
- ψ linearer Wärmedurchgangskoeffizient des Systems Profil/Paneel
- A_R Fläche des Rahmens in m^2
- A_P Fläche des Paneels in m^2
- l Umfang des Paneels in m

Vorgehensweise

Ausgehend von der Definitionsgleichung kann die Ermittlung des linearen Wärmedurchgangskoeffizienten durch Messung oder aufgrund von

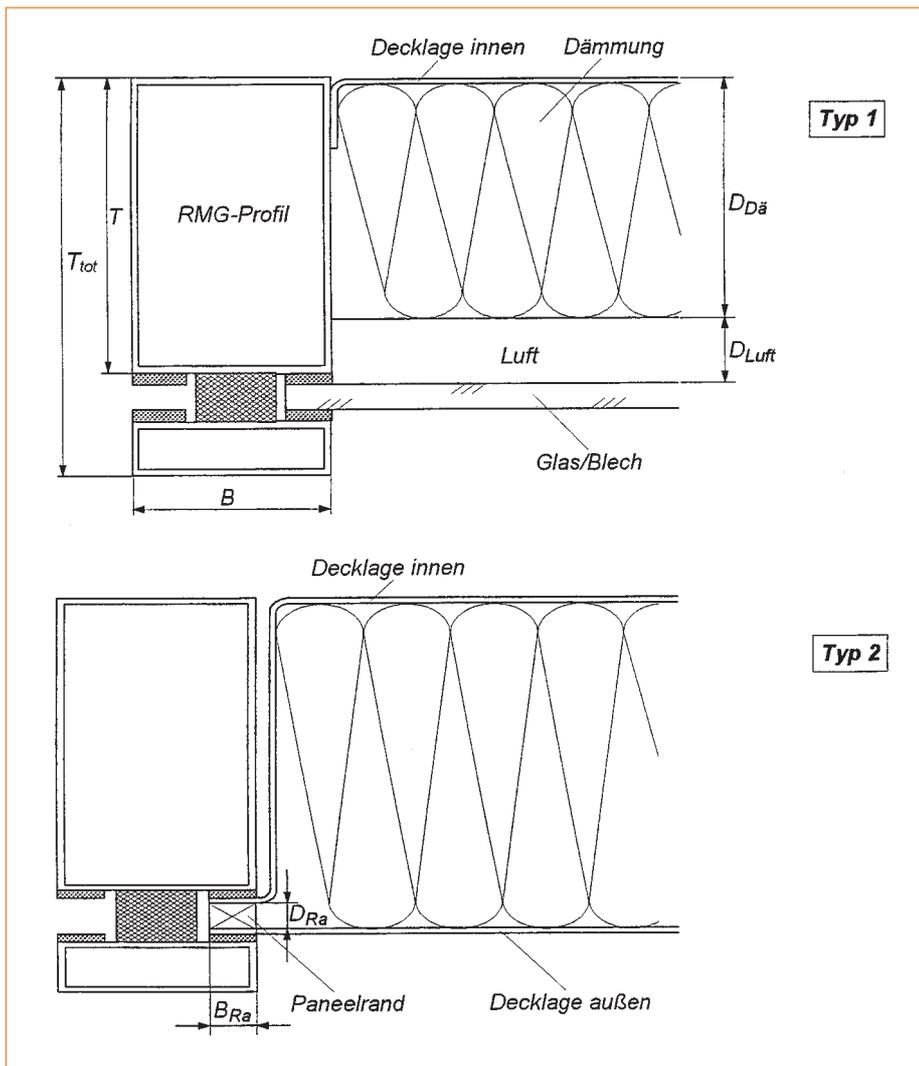


Bild 2: Schematische Darstellung der untersuchten Ausfachungsvarianten

numerischer Berechnung erfolgen [2]. Die Vorteile der numerischen Berechnung liegen in der Möglichkeit, unterschiedliche Varianten schnell und einfach zu untersuchen. Hieraus ergibt sich ein Zeit- und Kostenvorteil gegenüber meßtechnischen Untersuchungen. Um ein stabiles Fundament für die Berechnungen zu erhalten, sollte ein Teil der numerischen Berechnung durch vergleichende Messungen validiert, also bestätigt werden.

Bei der Durchführung der Untersuchungen zum Randeinfluß von Paneelen wurde nach folgendem Stufenplan vorgegangen:

Stufe 1

- Praxisnahe Festlegung von Konstruktionen und Randbedingungen
- Messung und Berechnung ausgewählter Varianten
- Validierung der Berechnung

Stufe 2

- Beurteilung restlicher Varianten durch Berechnung

Stufe 3

- Vereinfachung und Gruppenbildung

Bei der Festlegung der zu untersuchenden Konstruktionen stellten sich die in Bild 2 gezeigten beiden Aufbauten als die in der Praxis gängigsten Varianten heraus.

Unter Berücksichtigung praxisnaher Aufbauten wurden folgende Parameter innerhalb der Untersuchung variiert:

- k-Wert des Rahmens: RMG (Rahmenmaterialgruppe) 1 und RMG 2.1,
- Ansichtsbreite des Rahmens: 50 mm, 60 mm und 80 mm,
- Tiefe des Profils: Flächenbündig mit Paneel, Überstand von ca. 40 mm,
- Wärmeleitfähigkeit der Dämmung des Panels: 0,025 bis 0,040 W/mK
- Wärmeleitfähigkeit des Paneelrandverbundes: 0,170 bis 0,380 W/mK
- Material der Paneeldecklagen: Aluminium, Stahl, Glas.

Die Festlegung aller Parameter ergab eine Anzahl von ca. 50 unterschiedlichen Varianten. Aus diesen wurden für die Durchführung der Messung zehn Varianten ausgesucht; ebenso wurden diese zehn Varianten durch numerische Berechnung untersucht. Eine Validierung der Berechnung durch die vergleichenden Messungen ergab am Ende der Stufe 1 eine gute Übereinstimmung der beiden Untersuchungsmethoden. Hiermit war sichergestellt, daß die Ermittlung der wärmetechnischen Kenndaten aller anderen Varianten durch Berechnung erfolgen konnte, und die hieraus abgeleiteten Ergebnisse mit denen aus Messungen identisch sind.

Die numerischen Berechnungen der linearen Wärmedurchgangskoeffizienten und die anschließende Gruppenbildung und Vereinfachung zeigten, daß im wesentlichen zwei Parameter entscheidenden Einfluß auf den Wärmedurchgang über den Randbereich haben:

- Wärmeleitfähigkeit des Paneelrandverbundes,
- Material der Paneeldecklagen.

Alle anderen untersuchten Parameter haben im Hinblick auf das wärmetechnische Verhalten eher eine untergeordnete Rolle.

Für die untersuchten Aufbauten liegen die berechneten linearen Wärmedurchgangskoeffizienten im Bereich von

$$\psi = 0,10 \text{ bis } 0,30 \text{ W/mK}$$

Anhand der berechneten Varianten soll eine Tabelle erstellt werden, die es gestattet, hieraus die ψ -Werte für die gängigsten Konstruktionen zu ermitteln. Hierdurch wird dem Fachplaner ein Instrument an die Hand gegeben, mit dem schon im Vorfeld das wärmetechnische Verhalten von Fassaden richtig beurteilt werden kann. Daten für Konstruktionsvarianten, die durch diese Tabelle nicht abgedeckt sind, lassen sich schnell und einfach durch numerische Berechnung ermitteln.

Auswirkung auf den k -Wert von Fassaden

Anhand eines Beispiels soll der mittlere k -Wert eines Brüstungselementes ohne und mit Berücksichtigung der Wärmeverluste über den Randbereich berechnet werden.

Folgende Daten eines Musters wurden für die Berechnung angenommen:

Elementgröße: 1200 mm × 1200 mm;
1,44 m² Fläche
Rahmen: $k_R = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$;
60 mm Ansichtsbreite,
0,14 m² Fläche

Paneel: $k_P = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$; Decklage innen und Decklage außen aus Aluminium; 1,30 m² Fläche, Paneelumfang: 4,56 m
Randeinfluß: $\psi = 0,14 \text{ W/mK}$

Die flächenanteilmäßige Berücksichtigung von Rahmen und Paneel ergibt einen mittleren Wärmedurchgangskoeffizient k_F von:

$$k_F = \frac{k_R \cdot A_R + k_P \cdot A_P}{A_R + A_P} = 0,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

Wird neben dem Wärmedurchgang durch Rahmen und Paneel der zusätzliche Wärmetransport über den Randbereich mit berücksichtigt, so ergibt sich folgender Zusammenhang:

$$k_F = \frac{k_R \cdot A_R + k_P \cdot A_P + \psi \cdot l}{A_R + A_P} = 0,9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

Wie anhand dieses Beispiels zu erkennen ist, liegen die Wärmeverluste über den Randbereich in der Größenordnung der Verluste über die Bauteilflächen Rahmen und Paneel. Der Wärmedurchgangskoeffizient des Brüstungselementes wird beinahe verdoppelt.

Übergang nicht vernachlässigen

Die durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, daß bei der Berech-

nung der Wärmeverluste einer Fassade der Übergang zwischen Ausfächung und Rahmenkonstruktion nicht vernachlässigt werden darf. Die effektiven k -Werte des Brüstungsbereiches können um den Faktor 2 höher liegen als bei Nichtberücksichtigung der zusätzlichen Wärmeverluste. Diese zusätzlichen, im Wärmeschutznachweis bisher nicht berücksichtigten Wärmeverluste können mit der Einführung eines linearen Wärmedurchgangskoeffizienten auf einfache Weise beschrieben werden. Hierdurch ist eine praxisnahe wärmetechnische Beurteilung der Fassade möglich.

Anzumerken ist, daß zur Beschreibung der Isothermenverläufe und somit der Gefahr der Tauwasserbildung die Kenntnis des ψ -Wertes nicht ausreichend ist. Für diese Fragestellung muß der Nachweis der Tauwasserfreiheit, ähnlich wie bei Baukörperanschlüssen, mittels gesonderter Isothermenberechnung erfolgen. □

Literatur

- [1] Achtziger, J.: Verfahren zur Beurteilung des Wärmeschutzes und der Wärmebrücken von mehrschaligen Außenwänden und Maßnahmen zur Verminderung der Transmissionswärmeverluste von Fassaden. Dissertation, Fachbereich 8 Architektur der Technischen Universität Berlin, 1990
- [2] prEN 10077-2: 1996-11, Windows, doors and shutters; Calculation of thermal transmittance – Part 1: Numerical method for frames